REPUBLIK INDONESIA

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT

DIREKTORAT JENDERAL BINA MARGA

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM

PENERANGAN JALAN UMUM TENAGA SURYA

(PJU-TS)

SKh-1.9.7

SALINAN

TERKENDALI

2022

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

SPESIFIKASI KHUSUS INTERIM
SKh-1.9.7

PENERANGAN JALAN UMUM TENAGA SURYA (PJU-TS)

SKh-1.9.7.1 UMUM

1) Uraian

a) Pekerjaan yang diuraikan dalam Spesifikasi ini harus mencakup pengadaan, pemasangan (perakitan), pengetesan dan komisioning dari semua material dan peralatan dalam hubungan dengan instalasi kelistrikan Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS) sesuai dengan ketentuan dalam Spesifikasi Umum yang berlaku pada Pasal 9.2.1.1 harus digunakan dalam spesifikasi ini.

b) Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJU-TS) merupakan suatu unit lengkap yang terdiri atas panel tenaga surya (modul surya *fotovoltaik*), elemen optik, elemen elektrik dan struktur tiang penopang serta fondasi tiang. Sumber listrik yang digunakan adalah catu daya listrik mandiri yang bersumber dari pemanfaatan energi surya atau sinar matahari.

c) PJU-TS ini dapat dirakit dan dipasang pada tiang dengan dimensi yang sesuai dan diletakkan di kiri/kanan jalan atau di median jalan, untuk menerangi Ruang Manfaat Jalan (Rumaja) serta permukaan jalan maupun lingkungan di sekitar jalan, di sepanjang jalan termasuk persimpangan jalan.

d) Penyedia harus bertanggung jawab terhadap pengembalian kondisi, pembersihan lahan, pengadaan semua bahan, alat dan pemasangan alat/instrumentasi, pembuangan bahan dan monitoring serta evaluasi selama waktu yang ditetapkan oleh pengawas pekerjaan.

e) Pengendalian lalu lintas selama pemasangan lampu penerangan jalan harus memenuhi ketentuan dari Seksi 1.8. Manajemen dan Keselamatan Lalulintas dalam Spesifikasi Umum yang berlaku dan harus digunakan dalam spesifikasi ini.

f) Penyedia harus dapat memelihara keselamatan dan keamanan jalan sebaik mungkin selama masa pelaksanaan yang terkait dengan jadwal pekerjaan penerangan jalan sesuai ketentuan dalam Spesifikasi Umum yang berlaku pada Pasal 9.2.1.6 harus digunakan dalam Spesifikasi ini.

2) Pekerjaan dalam Spesifikasi Umum yang berlaku dan berkaitan dengan Spesifikasi ini

a.	Manajemen dan Keselamatan Lalulintas	:	Seksi 1.8
b.	Kajian Teknis Lapangan (*Field Engineering*)	:	Seksi 1.9

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

c.	Bahan dan Penyimpanan	:	Seksi 1.11
d.	Pemeliharaan Jalan yang Berdekatan dan Bangunan Pelengkapnya	:	Seksi 1.14
e.	Pengamanan Lingkungan Hidup	:	Seksi 1.17
f.	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	:	Seksi 1.19
g.	Manajemen Mutu	:	Seksi 1.21
h.	Galian	:	Seksi 3.1
i.	Timbunan	:	Seksi 3.2
j.	Beton dan Beton Kinerja Tinggi	:	Seksi 7.1
k.	Baja Tulangan	:	Seksi 7.3
l.	Baja Struktur	:	Seksi 7.4
m.	Adukan Mortar Semen	:	Seksi 7.8
n.	Pembongkaran Struktur	:	Seksi 7.15
o.	Pekerjaan Lain-Lain	:	Seksi 9.2

3) Standar Rujukan

SNI

SNI 7391- 2008	:	Spesifikasi penerangan jalan di kawasan perkotaan.
SNI 04-3850.2-1995	:	Parameter dan Standar Pengujian Modul Surya, Daya dan efisiensi.
SNI 04-6392-2000 / atau SNI IEC 61427-1: 2018	:	Parameter dan Standar Pengujian baterai, bagian 8: Kapasitas (Ah).
SNI 0068-2013	:	Pipa baja untuk konstruksi umum.

ANSI/IESNA

ANSI/IESNA RP-8-14	:	*Roadway Lighting*
ANSI/IES RP-8-18	:	*Design of Roadway Facility Lighting*

IEC

IEC 60529.1:2001-02	:	Pengujian *Index Protection* (IP) rumah dan penutup lampu.
IEC 62471-2006	:	*Photobiological Safety of Lamps and Lamp Systems*
IEC TR 62778	:	*Application of IEC 62471 for the assessment of blue light hazard to light sources and luminaires.*
IEC 62722-1-2014	:	*luminaire performance, part 1 general requirement*
IES LM79-2008	:	*Electrical and Photometric Measurements of Solid – State Lighting Products.*

Peraturan Menteri

PM Perhubungan No.27-2018	:	Alat Penerangan Jalan

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

4) Jaminan Mutu

a) Semua pekerjaan yang berkaitan dengan perbaikan atas pekerjaan yang tidak memenuhi ketentuan dalam Spesifikasi ini, maka tanggung jawab Penyedia atas segala perbaikan dan penggantian lampu penerangan jalan serta ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi Umum yang berlaku pada Pasal 9.2.1.7) harus digunakan.

b) Penyedia harus mengganti unit/komponen PJU-TS yang rusak atau tidak berfungsi dengan spesifikasi yang sama atau sesuai ketentuan dalam Spesifikasi ini selama masa garansi.

c) Penyedia wajib menyerahkan hasil simulasi menggunakan piranti lunak (*software)* yang disediakan secara *independent*.

d) Penyedia wajib menyerahkan laporan hasil uji lampu terpasang dalam bentuk *mockup* di lapangan oleh pihak ke-3 sesuai dengan standar IESNA RP-8-00 Tahun 2018.

e) Pengendalian mutu untuk komponen pendukung harus mengacu pada Spesifikasi Umum yang berlaku dan berkaitan dengan mutu bahan yang tercantum dalam Pasal 7.1.6 tentang pengendalian mutu beton di lapangan, Pasal 7.2.9 tentang pemasangan unit-unit beton pracetak, Pasal 7.3.2 tentang mutu bahan baja tulangan, Pasal 7.4.2 tentang mutu bahan baja struktur, pengencangan baut dan pengelasan, Seksi 7.8 tentang adukan mortar dan Seksi 8.7 tentang pengecatan struktur baja harus digunakan dalam Spesifikasi ini.

5) Pengajuan kesiapan kerja

a) Pengajuan kesiapan kerja yang berkaitan dengan mobilisasi material atau komponen-komponen penerangan jalan yang tertulis dalam Spesifikasi Umum yang berlaku pada Pasal 9.2.3.(8).b-i) harus digunakan dalam Spesifikasi ini.

b) Perlengkapan keselamatan terkait dengan Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK) harus tersedia lengkap dan digunakan selama masa pelaksanaan.

SKh-1.9.7.2 BAHAN

1) Luminer

a) Unit lampu PJU-TS merupakan satu kesatuan komponen yang terintegrasi antara panel surya, lampu, dan baterai (*integrated-all-in-one*), atau merupakan rangkaian komponen antara panel surya, lampu dan baterai (*three-in-one*).

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

b) Jenis lampu yang digunakan adalah jenis lampu *Light-Emitting Diode* (LED).
c) Sistem efikasi minimum adalah 130 lumen/watt.
d) Umur operasi lampu adalah 36.000 jam.
e) Waktu operasi PJU-TS adalah 12 jam/hari, dengan ketentuan *dimming* (18.00 - 24.00 = 100% dan 24.00 - 06.00 = 50%), system control dapat berupa *adaptive system* atau *smart system*. Pencahayaan *adaptive system* berlaku untuk kawasan perkotaan, kawasan komersial dan kawasan permukiman.
f) Sudut penyinaran dapat diatur (*adjustable*).
g) *Colour Rendering Index* (CRI) yang dipersyaratkan sekurang-kurangnya adalah 70 Ra.
h) Ketentuan temperature (CCT) warna adalah 2700K - 6500K disesuaikan dengan lokasi penempatan lampu.
i) *Ingress Protection Index* (IP) minimum 65.
j) Rumah lampu (*housing*) penerangan jalan terbuat dari bahan yang memiliki kemampuan bertahan dalam keadaan berbagai iklim, seperti hujan deras, angin kencang, kelembaban tinggi, dan temparatur yang panas.
k) Semua komponen harus dapat bertahan dalam keadaan kelembaban yang tinggi sebesar 85% kelembaban relatif (*relative humidity*) dan temperatur ambien maksimal sebesar 40^{o} C.
l) Bahan rumah lampu/luminer adalah *aluminium extrusion* dan *die-cast aluminium high corrosion resistance* $t \geq 2$ mm.
m) Keselamatan fotobiologis (*photobiological safety)* pada penerangan LED ditentukan tidak melebihi kriteria risiko group 2.
n) Lampu penerangan jalan harus dirancang sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam hal pemeliharaan tanpa harus menggunakan peralatan khusus (*spesial tools*).
o) Engsel, sekrup dan komponen lainnya terbuat dari material anti karat dan dapat dipasang dengan mudah dan tidak sulit dioperasikan ketika pemasangan dan pemeliharaan.
p) Ketahanan terhadap vibrasi dengan nilai minimal IK08.

2) Panel Surya

a) Jenis panel surya adalah fotovoltaik dengan tipe monokristalin atau Polikristralin.
b) Efisiensi panel disyaratkan lebih dari 15%.
c) Suhu operasi berdasarkan *Standard Test Condition* (STC) mengacu pada SNI IEC 61215 dan IEC 61730.
d) Tolerasi daya adalah ±5%.

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

e) Daya minimum dan maksimum masing-masing adalah (145 ~ 285) Wp dan (150 ~ 300) Wp, menyesuaikan dengan kebutuhan daya lampu dan kapasitas baterai.

3) Baterai

a) Jenis baterai adalah LiFePO4 / Lithium NCM.
b) Efisiensi baterai adalah ≥ 85%.
c) Umur siklus baterai minimum 2000 siklus.
d) Pemilihan kapasitas nominal dan daya nominal baterai harus memperhitungkan daya lampu yang digunakan dengan *Depth of Discharge* (DoD) baterai maksimal 80%.
e) Tanahan internal (arus DC) adalah maksimal 5 mΩ.
f) Tegangan nominal per sel adalah 3,2V untuk LiFePO4 dan ~ 3,7V untuk Lithium NCM per sel.
g) Suhu operasi ≤50^{o}C.
h) Indek proteksi pada baterai PJU-TS minimal IP 54.
i) Waktu pengisian maksimal adalah 3 jam s.d. 4 jam per hari.
j) Baterai harus dapat bertahan pada nilai kelembaban relative (RH) sampai dengan 85%.

4) Kontrol Catu Daya PJU-TS

a) Kontrol catu daya PJU-TS adalah peralatan yang memiliki fungsi SCC (*Solar Charge Controller*), BMS (*Battery Management System*), dan LED *driver*.
b) Model control catu daya lampu PJU-TS adalah *Pulse with Modulation* (PWM) atau *Maximum Power Point Tracking* (MPPT).
c) Suhu operasi pada kontrol catu daya PJU-TS adalah kurang dari 50^{o}C, dengan kelembaban relatif 95%.
d) Efisiensi LED *driver* yaitu minimal 90%.

5) Tiang

a) Material tiang utama dan lengan adalah bahan besi baja karbon.
b) Bentuk penampang tiang utama adalah berupa bulat, oktagonal, atau heksagonal.
c) Diameter tiang utama, mengecil ke atas *(tapered)*.
d) Proteksi korosi *hot deep galvanic coating /marine coat paint.*
e) Minimal ketebalan tiang adalah 4 mm atau menyesuaikan terhadap diameter dan tinggi tiang.

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

f) Ukuran *base plat* minimal 400 x 400 x 16 mm digunakan untuk tinggi tiang pada jalan kolektor, lokal dan lingkungan, sedangkan ukuran *base plat* 450 x 450 x 16 mm untuk tinggi tiang pada jalan bebas hambatan dan arteri.

g) Tinggi tiang berdasarkan klasifikasi jalan sesuai dengan Tabel SKh-1.9.7.1 dan penetapannya berdasarkan hasil simulasi dengan menggunakan piranti lunak (*software*).

Tabel SKh-1.9.7.1) Tinggi tiang berdasarkan klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Tinggi Tiang (meter)	Jarak Antar Tiang (meter)
Bebas hambatan	9 – 13	30
Arteri	9 – 13	30
Kolektor	7 – 9	30
Lokal	≤ 7	30
Lingkungan	≤ 5	20

6) Fondasi

a) Jenis fondasi adalah beton bertulang dengan mutu beton Fc' 20,3 MPa, *precast* atau cor ditempat (*in situ*).

b) Ukuran minimal pondasi adalah 600 x 600 mm untuk tinggi tiang pada jalan kolektor, lokal dan lingkungan, sedangkan ukuran 800 x 800 mm untuk tinggi tiang pada jalan bebas hambatan, arteri dan kolektor.

c) Kedalaman fondasi minimal adalah 1200 mm.

d) Rangka baja tulangan Ø12 mm (sirip) dan sengkang Ø10 mm (polos), *Yield strength* baja tulangan 2.400 kg/cm².

e) Timbunan tanah padat disekitar pondasi dengan dasar pasir di lapisan terbawah setebal minimal 100 mm.

f) Tinggi sisi permukaan fondasi terhadap permukaan tanah ± 100 mm.

g) Baut angkur dengan bentuk huruf L adalah sebanyak 4 unit tinggi minimal 500 mm.

SKh-1.9.7.3 PENGENDALIAN MUTU

1) Penerimaan Bahan

Luminer, modul surya fotovoltaik dan baterai yang digunakan dalam pengadaan unit lampu PJU-TS harus memenuhi persyaratan teknis yang disebutkan pada spesifikasi khusus ini. Hasil pengujian berupa sertifikat yang dikeluarkan oleh laboratorium dalam negeri yang terakreditasi.

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

2) Syarat Kuat Pencahayaan

Syarat penerimaan lampu PJU-TS dari hasil uji simulasi lapangan harus memenuhi kuat pencahayaan sebagai berikut:

Tabel SKh-1.9.7.2) Nilai Iluminansi menurut klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Nilai Iluminansi (E) minimum rata-rata (Lux) Perkerasan Aspal	Nilai Iluminansi (E) minimum rata-rata (Lux) Perkerasan Beton	Rasio Kemerataan (E_{avg} / E_{min})
Jalan Bebas Hambatan	9	6	3
Arteri	13	9	3
Kolektor	9	6	4
Lokal	7	5	6
Lingkungan	4	3	6

Tabel SKh-1.9.7.3) Nilai Luminansi menurut klasifikasi jalan

Klasifikasi Jalan	Nilai Luminansi (L) minimum rata-rata (cd/m2)	Rasio Kemerataan (L_{avg} / L_{min})	Rasio Kemerataan (L_{max} / L_{min})
Jalan Bebas Hambatan,	0,6	3,5	6,0
Arteri	0,9	3,0	5,0
Kolektor	0,6	3,5	6,0
Lokal	0,5	6,0	10,0
Lingkungan	0,5	6,0	10,0

SKh-1.9.7.4 Pengukuran dan Pembayaran

1) Pengukuran untuk Pembayaran

Kuantitas yang diukur untuk lampu penerangan jalan haruslah satu unit lengkap lampu penerangan jalan umum tenaga surya (PJU-TS) yang disediakan, dipasang, termasuk pekerjaan galian untuk pemasangan fondasi beton dan tiang, sampai komponen panel surya dan lampu berfungsi dengan baik, sesuai dengan Gambar dan disetujui oleh Pengawas Pekerjaan.

2) Dasar Pembayaran

Pembayaran dilakasanakan berdasarkan kuantitas satu unit lampu PJU-TS yang memenuhi persyaratan dengan kompensasi penuh termasuk pengadaan semua bahan, tenaga kerja, peralatan, perkakas untuk penyiapan pondasi beton, pengujian dan biaya lainnya yang diperlukan untuk penyelesaian pemasangan lampu PJU-TS yang memenuhi ketentuan, sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Spesifikasi ini.

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*

Nomor Mata Pembayaran	Uraian	Satuan Pembayaran
SKh-1.9.7.(1)	Unit Lampu Penerangan Jalan Tenaga Surya (PJU-TS) Lengan Tunggal	Buah
SKh-1.9.7.(2)	Unit Lampu Penerangan Jalan Tenaga Surya (PJU-TS) Lengan Ganda	Buah

SALINAN

Dokumen ini tidak dikendalikan jika diunduh / *Uncontrolled when downloaded*